



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat mengakibatkan semakin pesatnya pertumbuhan berbagai industri. Tetapi dalam pertumbuhannya, keseimbangan terhadap lingkungan tidak boleh dilupakan. Salah satu diantaranya adalah adanya pencemaran air yang diakibatkan penggunaan deterjen yang *non bio degradable* (sukar terurai oleh mikro organisme).

Perkembangan industri alkil benzena dimulai pada awal tahun 1940, dengan ditemukannya *branch alkyl benzene* (BAB). BAB diproduksi dengan cara alkilasi *fiedel-Craft* dari benzena dan propilen tetramer ((C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)<sub>4</sub>). Dalam perkembangannya, BAB sebagai formulasi akhir dari deterjen mampu menggeser bahkan menggantikan fungsi alami sabun alami. (UOP, 1994).

Tetapi dewasa ini di negara-negara maju BAB sudah tidak digunakan lagi karena memiliki kelemahan yang sangat merugikan, yaitu memiliki struktur cabang yang sulit diuraikan oleh jasad-jasad renik dan mikro organisme (*non biodegradable*), sehingga menimbulkan polusi lingkungan yang serius. Oleh karena itu pada awal tahun 1960 diadakan penelitian oleh para ahli untuk menghasilkan alkil benzena yang tidak menimbulkan polusi lingkungan. Alkil benzena yang dihasilkan adalah tipe linier yang dikenal dengan linier alkil benzena (LAB). LAB mulai dimanfaatkan oleh produsen sebagai pengganti BAB karena dinilai lebih ramah terhadap lingkungan dan mudah diuraikan oleh mikroorganisme (*bio degradable*).

Linier alkil benzena adalah salah satu bahan kimia organik dengan rumus molekul (C<sub>12</sub>H<sub>25</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>) yang digunakan sebagai bahan baku pada industri deterjen. Dengan semakin meningkatnya penggunaan deterjen dalam kehidupan manusia, mengakibatkan industri alkil benzena semakin



berkembang pula. Di Indonesia dengan semakin berkembangnya industri deterjen, kebutuhan LAB dari tahun ke tahun semakin meningkat.

Sampai saat ini kebutuhan LAB yang terus meningkat baru dipenuhi oleh PT. Unggul Indah Cahaya, Tbk, Merak Propinsi Banten dengan kapasitas produksi 60.000 ton pertahun (Sumber: CIC, 1999) yang merupakan satu satunya pabrik penghasil LAB di Indonesia. Dengan adanya peningkatan kebutuhan LAB di dalam negeri dan baru satu pabrik penghasil LAB yang dapat memenuhi kebutuhan itu, maka dirasa cukup penting untuk membangun pabrik LAB di Indonesia

## **1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik**

Pabrik LAB direncanakan didirikan tahun 2013. Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik ini, diperlukan beberapa pertimbangan, yaitu perkiraan kebutuhan LAB di Indonesia dan kapasitas rancangan minimum.

### **1.2.1. Kebutuhan LAB**

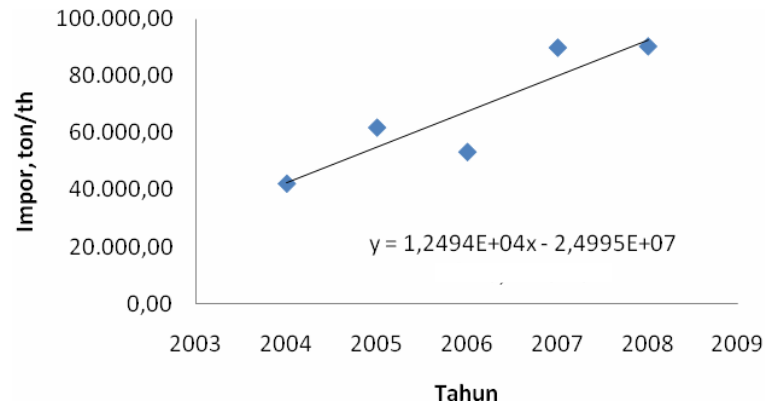
Kebutuhan LAB dari tahun ke tahun terlihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Perkembangan Impor LAB di Indonesia.

Tahun	Kebutuhan (Ton/tahun)
2004	42.044,99
2005	61.802,78
2006	53.189,52
2007	89.964,70
2008	90.432,98

Sumber: Badan Pusat Statistik data impor (2000-2007)

Dari data pada Tabel 1.1. dapat dibuat regresi linier hubungan antara tahun dengan impor LAB.



Gambar 1.1. Regresi linier hubungan antara tahun dengan impor LAB

Persamaan hasil regresi linier yang diperoleh yaitu :

$$\text{Impor (ton/tahun)} = 1,2494 \cdot 10^4 \times \text{tahun} - 2,4995 \cdot 10^7 \quad \dots(1)$$

Dengan persamaan (1) diperoleh kebutuhan LAB pada tahun 2013 sebesar 155.422 ton/tahun

#### 1.2.2. Kapasitas rancangan minimum

Kapasitas rancangan tidak boleh terlalu kecil karena akan mengakibatkan pabrik tidak akan mendapatkan keuntungan. Perkiraan kapasitas pabrik yang dapat memberikan keuntungan dilakukan dengan melihat kapasitas pabrik LAB yang sudah berdiri. Dari Tabel 1.2. terlihat bahwa kapasitas 30.000 ton/tahun telah cukup menguntungkan.

Tabel 1.2. Kapasitas pabrik n-LAB yang sudah berdiri

No	Nama Perusahaan	Kapasitas, ton/tahun	Lokasi
1.	MiniLAB	30.000	Uni Emirat Arab
2.	UJS	30.000	Syria
3.	Qatar Petroleum	100.000	Qatar
4.	Reliance Industries Ltd	100.000	India
5.	Tamilnadu Petroproducts Ltd	75.000	India



Dari dua pertimbangan di atas maka dipilih kapasitas prarancangan pabrik LAB sebesar 100.000 ton/tahun

### **1.3. Lokasi Pabrik**

Lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap keberadaan suatu proyek industri baik dari segi komersial maupun kemungkinan dimasa mendatang. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih lokasi pabrik. Pendirian pabrik LAB direncanakan di Cilegon Banten. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi ini dari segi ekonomi dan operasi adalah:

1. Penyediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena benzena dapat diperoleh dari kawasan industri Cilegon, Banten. Sedangkan bahan baku olefin dibeli dari perusahaan-perusahaan petrokimia Internasional seperti Exxon, Chevron dan Arco.

2. Pemasaran

Produk pabrik ini merupakan bahan baku untuk pembuatan deterjen, sehingga pemasarannya diharapkan tidak cuma pada pabrik deterjen yang ada di pulau Jawa saja melainkan bisa diekspor, sehingga lokasi pabrik dipilih dekat pelabuhan.

- 3 Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Lokasi pabrik yang akan didirikan dekat dengan sumber air, baik sumber air yang minum dan cuci yang diperoleh dari Krakatau Steel maupun air laut yang dipergunakan sebagai pendingin.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di kawasan industri Cilegon yang padat



penduduknya memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja dengan mudah dan berkualitas

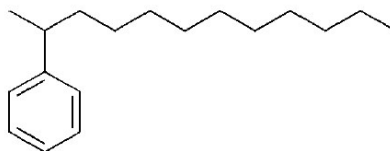
#### 5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut. Letak pabrik LAB ini di tepi jalan raya antara Cilegon dan pelabuhan Merak, sehingga akan mempermudah transportasi lewat darat. Selain itu juga posisi pabrik di tepi pantai Selat Sunda, sehingga memudahkan transportasi melalui laut khususnya untuk bahan baku yang diimpor dan produk yang akan diekspor.

### 1.4. Tinjauan Pustaka

#### 1.4.1. Macam-macam proses

Linier alkil benzena merupakan senyawa tidak berwarna, fasenya cair pada kondisi lingkungan, dikategorikan produk tidak mudah terbakar (Spitz, 2004). Struktur senyawa ini terlihat pada Gambar 1.2.

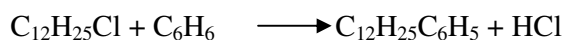


Gambar 1.2. Linier alkil benzena (Farn, 2006)

Pembuatan LAB terdiri dari berbagai macam proses, yaitu :

#### A. Bahan baku Kloroparafin

Proses dengan bahan baku kloroparafin dan benzena merupakan proses tertua. Katalis yang digunakan yaitu  $\text{AlCl}_3$  (Farn, 2006). Bahan baku kloroparafin dan benzena masuk reaktor bersama-sama dengan katalis  $\text{AlCl}_3$ . Reaksi yang terjadi :





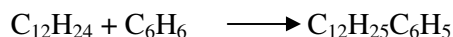
Produk keluar reaktor dipisahkan dalam *settler*. Katalis keluar *settler* *direcycle* ke reaktor sedangkan hidrokarbon masuk ke menara distilasi untuk memisahkan benzena dan parafin dari LAB. Proses ini menghasilkan hasil samping HCl (Zoller, 2009). Kelemahan dari proses ini adalah reaksi sulit dikontrol, banyak hasil samping, dan terdapat sisa katalis (Farn, 2006). Kualitas LAB yang rendah dan secara ekonomis inferior dibandingkan dengan proses berbahan baku olefin menyebabkan di seluruh dunia tinggal satu pabrik saja yang masih beroperasi berdasarkan rute ini (Zoller, 2009)

## B. Bahan baku olefin

Pada proses dengan bahan baku olefin terdapat tiga variasi proses dengan katalis yang berbeda, yaitu :

### 1. Katalis HF

Bahan baku olefin dan benzena dimasukkan ke dalam reaktor pertama pada suhu 50°C dan tekanan atmosferis. Reaksi yang terjadi pada fase cair yaitu:



Kekuatan asam dijaga 80 – 90% HF. Produk keluar reaktor pertama dipisahkan dengan *settler*. Fase asam keluar *settler* *direcycle* ke reaktor pertama sedangkan fase hidrokarbon dimasukkan ke dalam reaktor kedua dengan penambahan HF. Produk keluar reaktor kedua dipisahkan dengan *settler*. Fase asam keluar *settler* *direcycle* ke reaktor kedua sedangkan fase hidrokarbon dimasukkan ke dalam *stripper* untuk menghilangkan HF. Produk hidrokarbon keluar *stripper* masuk ke menara distilasi untuk memisahkan benzena dan parafin dari LAB (Zoller, 2009). Kelebihan proses ini yaitu katalis sangat efisien dan produk LAB kualitasnya sangat bagus. Namun kekurangannya memerlukan peralatan dengan metalurgi yang spesial agar tahan HF, perlu penanganan dan pengambilan kembali HF yang digunakan. Hal



ini menyebabkan biaya peralatan dan operasional menjadi mahal (Spitz, 2004). Limbah HF juga berbahaya bagi lingkungan (Lei, 2003)

## 2. Katalis $\text{AlCl}_3$

Bahan baku benzena, olefin, dan katalis  $\text{AlCl}_3$  dimasukkan ke dalam reaktor. Produk keluar reaktor dimasukkan ke dalam *settler* dimana lumpur katalis dipisahkan dan *direcycle* ke reaktor. Produk hidrokarbon keluar *settler* masuk ke menara distilasi untuk memisahkan *benzena* dan parafin dari LAB (Zoller, 2009). Kekurangan proses ini adalah banyaknya hasil samping dan teknologi yang sudah ketinggalan jaman (Spitz, 2004). Limbah katalis  $\text{AlCl}_3$  juga berbahaya bagi lingkungan (Lei, 2003)

## 3. Proses Detal

Proses ini menggunakan katalis *solid acid* dengan reaktor *fixed bed*. Bahan baku benzena dan olefin masuk reaktor pada fase cair. Kondisi operasi reaktor yaitu suhu antara 60 – 140°C dengan tekanan 200 – 1000 psig (Kocal, 1999). Produk keluar reaktor masuk ke menara distilasi untuk memisahkan benzena dan parafin dari LAB (Zoller, 2009). Kelebihan proses ini yaitu katalisnya sangat efisien, proses lebih sederhana dibandingkan yang lain, aman dan mudah dioperasikan, tidak perlu bahan dengan metalurgi khusus sehingga modal yang diperlukan lebih sedikit, tidak ada limbah berbahaya, biaya perawatan rendah, kualitas LAB sangat bagus (Spitz, 2004).

Dari uraian keempat alternatif proses di atas maka dipilih proses Detal.

### 1.4.2. Kegunaan Produk

Penggunaan produk Linier Alkil Benzena di Indonesia adalah untuk bahan baku linier alkil benzena sulfonat, di mana selanjutnya bahan tersebut digunakan untuk pembuatan detergen, kosmetik, shampo dan lain-lain.



### 1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

#### A. Bahan baku

##### Benzena

Sifat fisis benzena :

Rumus molekul	: $C_6H_6$
Berat molekul	: 78,1 g/gmol
Titik didih normal	: 80,1 °C
Temperatur kritis	: 288,5 °C
Tekanan kritis	: 4,85 MPa
Titik beku	: 5,4 °C

(Yaws, 1999)

Sifat kimia benzena :

1. Tampak seperti senyawa olefin yang sangat jenuh apabila dilakukan penambahan larutan  $KMnO_4$  yang alkalis tidak membentuk gugus  $OH^-$ , demikian pula bila ditambah dengan larutan brom.
2. Adisi hidrogen dengan katalisator Ni dan Pt membentuk *cyclohexane* +  $3H_2$

##### • $\alpha$ -olefin

Sifat fisis olefin:

Rumus molekul	: $C_{12}H_{24}$
Berat molekul	: 168,3 g/gmol
Titik didih normal	: 213 °C
Temperatur kritis	: 384 °C
Tekanan kritis	: 1,89 MPa
Titik beku	: -19 °C

(Yaws, 1999)

Sifat kimia olefin :

1. Reaksi dengan asam maleat anhidrida





Olefin bereaksi dengan maleat anhidrida dalam reaksi *Diels-Alder* pada suhu 180 – 200°C yang menghasilkan *alkeny succinic anhydride*.

Pada *alkeny succinic anhydride*, adanya senyawa penting *do-decenyl* yang terbuat dari propilena tetramer yang digunakan sebagai *corrosion inhibitor*

## 2. Karboksilasi pada Olefin

Olefin bereaksi dengan karbon monoksida dalam asam sulfat dengan konsentrasi 80-100 % pada 20°C membentuk karbonil, mengandung ester asam sulfat yang menghidrolisa hasil asam karboksil.

## B. Produk

### • Linier Alkil Benzena

Rumus molekul :  $C_{12}H_{25}C_6H_5$

Berat molekul : 246 gr/grmol

Titik didih normal : 290 °C

Temperatur kritis : 501°C

Tekanan kritis : 1,58 Mpa

Titik beku : -7 °C

Sifat kimia : Stabil. Tidak kompatibel dengan oksidator kuat. Dapat terbakar.

### • Parafin

Rumus kimia :  $C_{12}H_{26}$

Berat molekul : 170 gr/grmol

Titik didih normal : 216 °C

Temperatur kritis : 385,2 °C

Tekanan kritis : 1,82 MPa

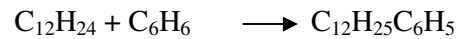
Titik beku : -9,6 °C

Sifat kimia : Stabil. Tidak kompatibel dengan oksidator kuat. Dapat terbakar.



#### 1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Bahan baku benzena dan olefin masuk reaktor pada fase cair. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *fixed bed*. Kondisi operasi reaktor yaitu suhu antara 90 – 140°C dengan tekanan 5,3 atm. Perbandingan benzena : olefin = 10:1. Konversi olefin 98 % (Kocal, 1999). Reaksi yang terjadi:



Produk keluar reaktor masuk ke menara distilasi (MD-01) untuk memisahkan benzena dan olefin dari parafin dan LAB. Benzena dan olefin *directcycle* ke reaktor sedangkan parafin dan LAB dimasukkan ke menara distilasi (MD-02) untuk dipisahkan. Diperoleh produk utama LAB dan produk samping parafin.